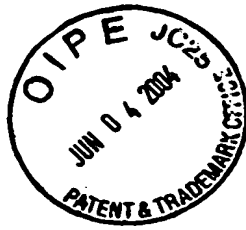


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 08 708.7

**Anmeldetag:** 28. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Hentze-Lissotschenko Patentverwaltungs  
GmbH & Co KG, 25870 Norderfriedrichskoog/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Beaufschlagung eines Objektes  
mit Laserstrahlung, Bearbeitungsvorrichtung für  
die Bearbeitung eines Objektes sowie Druck-  
vorrichtung für das Drucken von Bildinformationen

**IPC:** B 23 K, G 02 B, B 41 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Kostenmeyer

**Dipl.-Chem. E.L. FRITZ**  
**Dr. Dipl.-Phys. R. BASFELD**  
**Dipl.-Ing. J. GRAEFE**  
**Patentanwälte**  
**M. HOFFMANN**  
**B. HEIN**  
**Rechtsanwälte**  
**Ostentor 9**  
**59757 Arnsberg**

**PT 03/008**  
**27.02.2003/BA/RI**

**Hentze-Lissotschenko**  
**Patentverwaltungs GmbH & Co. KG**  
**Diekstraat 15**

**25870 Norderfriedrichskoog**

=====

**"Vorrichtung zur Beaufschlagung eines Objektes mit  
Laserstrahlung, Bearbeitungsvorrichtung für die Bearbeitung  
eines Objektes sowie Druckvorrichtung für das Drucken von  
Bildinformationen"**

=====

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beaufschlagung eines Objektes mit Laserstrahlung umfassend eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserstrahlung, ein zweidimensionales Array von Beeinflussungselementen, die die von der Laserlichtquelle ausgehende Laserstrahlung derart ablenken und/oder durchlassen können, dass vorgebbare Orte auf dem Objekt mit Laserstrahlung beaufschlagt werden, und ein zweidimensionales Array von Linsenelementen, die die Laserstrahlung oder Teile der Laserstrahlung auf die zu beaufschlagende Oberfläche des Objektes fokussieren können. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Bearbeitungsvorrichtung für die Bearbeitung eines Objektes mit einer derartigen Vorrichtung sowie eine Druckvorrichtung für das Drucken von Bildinformationen mit einer derartigen Vorrichtung.

Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind beispielsweise aus der internationalen Patentanmeldung WO 97/34171 bekannt. Derartige Vorrichtungen zur Beaufschlagung eines Objektes mit Laserstrahlung können beispielsweise als Druckvorrichtungen oder auch als Bearbeitungsvorrichtungen eingesetzt werden. Als Bearbeitungsvorrichtung kommen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten in Betracht, wie beispielsweise Laserschweißen; Laserbohren oder -schneiden oder auch lithografische Anwendungen für die Chipherstellung. Bei der vorgenannten internationalen Patentanmeldung kann das zweidimensionale Array von Beeinflussungselementen im einfachsten Fall aus einer Lochmaske bestehen. Alternativ dazu kann das Array auch aus kleinen Spiegelementen bestehen. Das zweidimensionale Array von Linsenelementen dient jeweils dazu, die von den einzelnen Beeinflussungselementen ausgehende Laserstrahlung auf die zu bearbeitende Oberfläche abzubilden bzw. zu fokussieren.

Hierbei erweist es sich als nachteilig, dass der Füllfaktor einer Lochmaske oder eines Spiegelarrays zumeist deutlich kleiner als 100

% ist, so dass von der auf das Array von Beeinflussungselementen auftreffenden Laserstrahlung nur ein vergleichsweise kleiner Teil, beispielsweise 50 %, durchgelassen oder reflektiert wird, so dass auch nur dieser vergleichsweise kleine Teil der Laserstrahlung für die  
5 Bearbeitung benutzt werden kann.

Das der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Problem ist die Schaffung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, die effektiver ist.

10 Dies wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und/oder des Anspruchs 4 und/oder des Anspruchs 11 erreicht.

15 Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass das Array von Linsenelementen zwischen der Laserlichtquelle und dem Array von Beeinflussungselementen angeordnet ist. Durch eine derartige Maßnahme kann die Effektivität der erfindungsgemäßen Vorrichtung wesentlich gesteigert werden. Beispielsweise können die Linsenelemente als konvexe Linsen ausgeführt sein, so dass die Laserstrahlung nach Hindurchtritt durch das Array von  
20 Linsenelementen mehr oder weniger stark konvergent ist. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die Laserstrahlung effektiver auf die Beeinflussungselemente auftrifft.

25 Insbesondere kann dabei das Array von Beeinflussungselementen dem Array von Linsenelementen entsprechen, insbesondere dahingehend, dass im Wesentlichen jedem Beeinflussungselement ein Linsenelement zugeordnet ist. Hierbei kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die Brennweiten der Linsenelemente derart gewählt sind, dass die durch die einzelnen Linsenelemente hindurchgetretenen Teilstrahlen der Laserstrahlung im Wesentlichen auf die Beeinflussungselemente und nicht auf gegebenenfalls zwischen dem

Beeinflussungselementen vorhandenen Zwischenraum des Arrays von  
Beeinflussungselementen auftreten. Dadurch geht im Idealfall nichts  
von der Laserstrahlung verloren, die durch das Array von  
Linsenelementen hindurch getreten ist. Die einzigen Verluste treten  
5 beispielsweise durch baubedingte Verluste der einzelnen  
Beeinflussungselemente auf.

Gemäß Anspruch 4 ist vorgesehen, dass die Linsenelemente als  
zueinander gekreuzte Zylinderlinsenelemente oder zylinderlinsen-  
ähnliche Elemente ausgebildet sind. Zueinander gekreuzte  
10 Zylinderlinsenelemente bilden jeweils Linsenelemente, die  
beispielsweise als konvexe bzw. als sammelnde Linsenelemente  
ausgeführt sein können. Im Gegensatz zu sphärischen  
Linsenelementen weisen Linsenelemente aus gekreuzten  
Zylinderlinsen zum Einen einen Formfaktor von beinahe 100 % auf.

15 Bei Arrays aus sphärischen Linsen sind zwischen den einzelnen  
Linsen immer zwickelähnliche Bereiche, die nicht für den  
Lichtdurchsatz genutzt werden können. Zum Anderen sind die von  
gekreuzten Zylinderlinsen erzeugten Fokuspunkte in der Regel  
quadratisch, was beispielsweise bei Anwendungen in der  
20 Druckindustrie deutlich von Vorteil ist, weil hier quadratische Bildpixel  
besser geeignet sind als kreisförmige Bildpixel.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, dass zwischen der  
Laserlichtquelle und dem Array von Linsenelementen eine  
Homogenisiereinheit für die Homogenisierung der Laserstrahlung  
25 angeordnet ist. Derartige Homogenisiereinheiten bieten sich  
insbesondere dann an, wenn die Laserstrahlung sehr unhomogen ist,  
was beispielsweise bei Excimerlasern oder bei Halbleiterlasern der  
Fall ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden  
30 Erfindung ist das Array von Beeinflussungselementen als

Modulatorenarray mit Modulatorenelementen ausgebildet. Bei den Modulatoren kann es sich beispielsweise um elektrooptische oder um elektroakkustische Modulatoren handeln. Durch die beispielsweise elektrooptischen Modulatorelemente können die zur Bearbeitung oder für das Drucken notwendigen Informationen der Laserstrahlung aufmoduliert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Array von Beeinflussungselementen als Spiegelarray mit Spiegelementen ausgebildet. Das Spiegelarray kann dabei insbesondere als MEMS-Spiegelarray ausgeführt sein. Bei derartigen MEMS-Spiegelarrays können die einzelnen Spiegelemente unabhängig voneinander verkippt bzw. verschwenkt werden, so dass durch entsprechendes Verkippen oder Verschwenken der einzelnen Spiegelemente die Laserstrahlung entsprechend der Bearbeitungsvorgaben bzw. Druckinformationen moduliert werden kann.

Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass zwischen dem Spiegelarray und dem Objekt eine Lochmaske angeordnet ist. Beispielsweise können Teilstrahlen, die nicht auf das Objekt auftreffen sollen, von einem der Spiegelemente auf die Zwischenräume zwischen den Löchern der Lochmaske gelenkt werden, so dass die Lochmaske diese unerwünschten Teilstrahlen absorbiert.

Gemäß Anspruch 10 ist vorgesehen, dass das Array von Beeinflussungselementen derart angesteuert werden kann, dass an den vorgebbaren zu beaufschlagenden Orten des Objektes oder an unmittelbar zu diesen benachbarten Orten Teilstrahlen der Laserstrahlung zeitlich zueinander beabstandet auftreffen. Hierbei besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass in einen vorgebbaren Bereich auf der zu beaufschlagenden Oberfläche die gewünschte

Laserleistung durch räumliche und/oder zeitliche Aufsummierung eingebracht werden kann. Entgegen dem Stand der Technik wird somit nicht beispielsweise ein Bildpixel im Rahmen einer Druckanwendung oder eine Belichtung im Rahmen einer Bearbeitungsanwendung mit einem einzigen kontinuierlichen Teilstrahl an einem bestimmten Ort erreicht, sondern durch zwei oder mehr Teilstrahlen, die nacheinander und unter Umständen auch leicht versetzt zueinander auf den zu bearbeitenden oder zu beaufschlagenden Bereich der Oberfläche des Objektes auftreffen. Dadurch kann beispielsweise bei empfindlichen zu bearbeitenden Medien die für die gewünschte Veränderung der Oberfläche des Objektes notwendige Laserleistung über einen etwas längeren Zeitraum gestreckt oder einen größeren Bereich verteilt werden, so dass das Objekt bzw. die Oberfläche des Objektes keinen unerwünschten Schaden nimmt. Alternativ oder zusätzlich dazu könnten die einzelnen Teilstrahlen auch beispielsweise zur Erzeugung eines quadratischen Bildpixels einer bestimmten Größe derart fein fokussiert sein, dass sie nicht jeweils die gesamte Fläche des Bildpixels abdecken sondern nur einzelne Abschnitte. Durch die räumliche und beispielsweise auch zeitliche Aufsummierung einer ganzen Reihe von Teilstrahlen kann somit letztlich die gesamte Fläche des beispielsweise zu erzeugenden Bildpixels mit der notwendigen Laserintensität beaufschlagt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht die Möglichkeit, dass die Vorrichtung zwei Spiegelarrays mit Spiegelementen umfasst, die derart angeordnet sind, dass asymmetrisch zu der Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes auftreffende Teilstrahlen der Laserstrahlung erzeugt werden können. Dazu können die einzelnen Spiegelemente der unterschiedlichen Spiegelarrays, die gemeinsam bzw. nacheinander einen der Teilstrahlen reflektieren, gegenüber ihrer Normalstellung leicht verkippt werden, so dass der

entsprechende Teilstrahl unter einem kleinen Winkel zu der Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes auftrifft oder unter einem Winkel zu einem zusätzlichen Linsenmittel oder Linsenarray auftrifft, das gegebenenfalls vor der Oberfläche des Objektes angeordnet ist. Durch derart asymmetrisch zur Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes auftreffende Teilstrahlen können beispielsweise Löcher in das Objekt geschnitten werden, die keine konischen sondern vergleichsweise zylindrische Innenkonturen aufweisen.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, dass die Vorrichtung Scannmittel umfasst, die ein Scannen des Objektes gegenüber der Vorrichtung oder ein Scannen der Vorrichtung gegenüber dem Objekt ermöglichen. Durch derartige Scannmittel bietet die Vorrichtung die Möglichkeit, große Bereiche einer Oberfläche des Objektes mit Laserstrahlung gezielt zu beaufschlagen.

Weiterhin kann die Vorrichtung Scannmittel umfassen, die ein Scannen des Arrays von Linsenelementen gegenüber dem Objekt und/oder dem Array von Beeinflussungselementen ermöglichen. Hierbei kann weiterhin vorgesehen sein, dass das Array von Linsenelementen in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung leicht gegen eine Scannrichtung, in der es verschiebbar ist, gekippt ist, wobei diese Scannrichtung in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung liegt. Durch das Scannen mit einem leicht in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verkippten beispielsweise als Zylinderlinsenarray ausgeführten Linsenarray kann erreicht werden, dass sehr nah beieinander liegende Punkte auf der Oberfläche aufeinander folgend mit entsprechenden Teilstrahlen beaufschlagt werden können. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung das zu beaufschlagende Objekt mit einer höheren Auflösung mit Laserstrahlung beaufschlagen.



Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

5

Fig. 1a eine schematische Seitenansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

10

Fig. 1b eine Ansicht auf ein Array von Linsenelementen gemäß dem Pfeil I b in Fig. 1a;

Fig. 2a eine schematische Seitenansicht auf eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

15

Fig. 2b eine Ansicht auf ein Array von Linsenelementen gemäß dem Pfeil II b in Fig. 2a;

Fig. 3a eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

20

Fig. 3b eine Ansicht auf ein Array von Linsenelementen gemäß dem Pfeil III b in Fig. 3a;

25

Fig. 3c eine Ansicht auf ein Array von Linsenelementen gemäß dem Pfeil IIIc in Fig. 3a;

Fig. 4 ein Schnitt gemäß IV in Fig. 3a durch einen Abschnitt eines mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bearbeiteten Objektes;

30

Fig. 5 einen Schnitt gemäß V in Fig. 3a durch einen weiteren Abschnitt eines mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung bearbeiteten Objektes.

5 In einigen der Figuren ist zur Veranschaulichung ein kartesisches Koordinatensystem eingezeichnet.

Die aus Fig. 1a und Fig. 1b ersichtliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserstrahlung 1. Als Laserlichtquelle können

10 beliebige Arten von Laservorrichtungen eingesetzt werden, wie beispielsweise Halbleiterlaser oder Gaslaser, insbesondere Excimerlaser. Die von der Laserlichtquelle erzeugte Laserstrahlung 1 tritt durch eine Homogenisiereinheit 2 hindurch. Diese

15 Homogenisiereinheit homogenisiert die Laserstrahlung 1.

Insbesondere bei Halbleiterlasern oder Excimerlasern bietet sich eine Homogenisierung an. Diese Homogenisiereinheit kann beispielsweise aus zwei Paaren von Zylinderlinsenarrays bestehen, wobei jedes Paar zwei Zylinderlinsenarrays aufweist, deren Zylinderlinsen zueinander

20 gekreuzt sind. Die beiden Paare können dabei voneinander beabstandet sein, wobei durch den Abstand der Paare zueinander Einfluss auf die Homogenisierung genommen werden kann. Derartige Homogenisierungseinheiten 2 sind aus dem Stand der Technik bekannt. Insbesondere ist aus der WO 98/10317 eine

25 Homogenisiereinheit bekannt. Die in Fig. 1a abgebildete Homogenisiereinheit 2 kann weiterhin noch Linsenmittel für die Kollimierung der Laserstrahlung umfassen, so dass das aus der Homogenisiereinheit 2 austretende Licht kollimiert ist.

30 Das aus der Homogenisiereinheit 2 austretende Licht trifft auf ein Array 3 von Linsenelementen 6, 7. Diese Linsenelemente 6, 7 sind in dem in Fig. 1a und Fig. 1b abgebildeten Ausführungsbeispiel auf zwei

Substrate 4, 5 verteilt. Hierbei sind auf dem in Ausbreitungsrichtung Z  
ersten Substrat 4 auf dessen Eintrittsfläche zylinderförmige  
Linsenelemente 6 mit Zylinderachsen in Y-Richtung ausgebildet,  
wohingegen auf dem in Ausbreitungsrichtung Z zweiten Substrat 5 auf  
5 dessen Austrittsfläche zylinderförmige Linsenelemente 7 mit  
Zylinderachsen in X-Richtung ausgebildet sind. Diese zueinander  
gekreuzten Linsenelemente 6, 7 bilden somit Linsenelemente, die die  
Laserstrahlung sowohl in X- als auch in Y-Richtung fokussieren  
können. Alternativ dazu können die Linsenelemente 6, 7 auch auf der  
10 Eintritts- bzw. Austrittsfläche eines einzigen Substrats ausgebildet  
sein.

Die das Array 3 verlassende konvergente Laserstrahlung trifft im  
Anschluss an das Array 3 auf ein Spiegelarray 8 mit einzelnen  
15 Spiegelementen 9. Das Spiegelarray 8 ist dabei als MEMS-  
Spiegelarray ausgebildet. Dabei bedeutet MEMS „Micro-  
electromechanical-Systems“. Die Spiegelemente 9 des  
zweidimensionalen Spiegelarrays 8 sind einzeln um einen gewissen  
Winkel bewegbar bzw. klappbar, so dass die auf die Spiegelemente  
20 9 auftreffenden konvergenten Laserstrahlen teilweise abgelenkt  
werden können. Beispielsweise sind in Fig. 1a das dritte und sechste  
Spiegelement 9 von links leicht verkippt, so dass die von diesen  
Spiegelementen reflektierten Laserstrahlen eine unterschiedliche  
Ausbreitungsrichtung aufweisen als die von den anderen  
25 Spiegelementen reflektierten Laserstrahlen.

Im Anschluss an das Spiegelarray 8 ist in der in Fig. 1a und Fig. 1b  
abgebildeten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung  
eine zweidimensionale Lochmaske 10 angeordnet, die beispielsweise  
30 die Laserstrahlen, die nicht von verkippten Spiegelementen 9  
ausgehen, hindurch lässt. Dies ist in Fig. 1a dadurch veranschaulicht,  
dass die von den verkippten Spiegelementen 9 reflektierten

Laserstrahlen nicht durch die Löcher der Lochmaske 10 hindurch treten, sondern auf deren seitlichen Begrenzungen auftreffen. Eine derartige Lochmaske 10 kann insbesondere wassergekühlt sein, um die Leistung der nicht durch die Löcher hindurchgehenden Laserstrahlen abzuführen.

Die durch die Lochmaske 10 hindurchtretende Laserstrahlung trifft in Fig. 1a auf ein zu beaufschlagendes Objekt 11 auf. Bei dem Objekt 11 kann es sich beispielsweise um ein zu bearbeitendes Werkstück handeln. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass das Objekt 11 Teil einer Druckvorrichtung ist, beispielsweise eine zu bestrahlende Druckwalze oder dergleichen, so dass mit der Laserstrahlung Druckinformationen auf ein thermisch sensitives Material übertragen werden.

Die Informationen zur Bearbeitung eines Werkstücks oder zur Generierung von Bildpixeln eines Ausdrucks können der Laserstrahlung über das Spiegelarray 8 aufmoduliert werden. Hierbei dient das Spiegelarray 8 somit als zweidimensionales Array von Beeinflussungselementen.

Das Array 3 von zylinderartigen oder zylinderähnlichen Linsenelementen 6, 7 weist im Wesentlichen einen Füllfaktor von 100 % auf. Das bedeutet, dass von der aus der Homogenisiereinheit 2 austretenden und in das Array 3 eintretenden Laserstrahlung im Wesentlichen oder beinahe 100 % aus dem Array 3 austreten. Dies unterscheidet Arrays aus gekreuzten Zylinderlinsen von Arrays aus sphärischen Linsenelementen, die einen wesentlich geringeren Füllfaktor aufweisen. Das Spiegelarray 8 weist einen Füllfaktor von etwa 50 % auf. Das bedeutet, dass die reflektierenden Flächen der Spiegelelemente 9 etwa 50 % der der Laserstrahlung zugeneigten Fläche des Spiegelarrays 8 ausmachen. Aus Fig. 1a ist deutlich

ersichtlich, dass durch das Array 3 die Laserstrahlung derart konvergiert wird, dass die durch die einzelnen Linsenelemente 6, 7 hindurchgetretenen Teilstrahlen jeweils genau auf ein Spiegelement 9 und nicht auf den zwischen den Spiegelementen 9 gebildeten für die Reflektion nicht nutzbaren Zwischenraum auftreffen. Dadurch geht auch durch die Reflektion der Laserstrahlung an dem Spiegelarray 8 im Wesentlichen keine Intensität der Laserstrahlung verloren. Dies kann dabei insbesondere dadurch erzielt werden, dass jeder Teilstrahl, der durch ein Linsenelement 6, 7 hindurchgetreten ist, auf genau ein Spiegelement 9 auftrifft.

Aus Fig. 1a ist ebenfalls ersichtlich, dass die Brennweiten der Linsenelemente 6, 9 derart gewählt sind, dass die durch das Array 3 hindurchgetretene Laserstrahlung im Wesentlichen auf der Oberfläche des Objektes 11 fokussiert ist. Insbesondere sind dabei auch die Löcher der Lochmaske 10 derart gewählt, dass die einzelnen Teilstrahlen genau durch jeweils eines dieser Löcher hindurchpassen. Beispielsweise kann dabei die Lochmaske einen Füllfaktor von 30 % aufweisen. Das bedeutet, dass 30 % der Lochmaske 10 durch die Löcher gebildet wird, wohingegen die anderen 70 % durch die zwischen den Löchern existierenden Zwischenräume gebildet wird. Die in Fig. 1a abgebildete Vorrichtung maximiert somit die auf das Objekt fokussierte Intensität der Laserstrahlung 1.

Weiterhin ergeben zueinander gekreuzte Zylinderlinsen insbesondere quadratische Fokusse, wodurch sich im Gegensatz zu den runden Fokussen sphärischer Linsen deutliche Vorteile ergeben, insbesondere bei Anwendungen in Druckvorrichtungen. Hier ergeben sich dann keine runden sondern quadratische Bildpixel.

Die aus Fig. 2a und Fig. 2b ersichtliche zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ähnelt im Wesentlichen der

Ausführungsform gemäß Fig. 1a und Fig. 1b. Insbesondere sind in Fig. 2a und Fig. 2b gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1a und Fig. 1b.

5 Anstelle eines Spiegelarrays 8 und einer Lochmaske 10 sieht die Ausführungsform gemäß Fig. 2a und Fig. 2b ein Modulatorenarray 12 mit Modulatorelementen 13 vor. Bei den Modulatoren kann es sich beispielsweise um elektrooptische Modulatoren handeln. Das  
10 Modulatorenarray 12 ist zwischen dem Array 3 von Linsenelementen 6, 7 und einem Spiegel 14 angeordnet, der unter einem Winkel von  $45^\circ$  zur Ausbreitungsrichtung der Laserstrahlung ausgerichtet ist. Durch den Spiegel wird die Laserstrahlung auf das Objekt 11  
15 reflektiert. Der Spiegel 14 ist optional. Alternativ könnte auch das Objekt 11 in einer X-, Y-Ebene und mithin in Z-Richtung rechts von dem Modulatorenarray 12 angeordnet sein.

Der Füllfaktor des Arrays 3 von Linsenelementen 6, 7 beträgt ebenfalls etwa 100 %. Der Füllfaktor des Modulatorenarrays 12 beträgt etwa 80 %. Unter dem Füllfaktor des Modulatorenarrays 12  
20 hat man somit die zur Transmission der Laserstrahlung nutzbare Fläche zu verstehen. Wiederum sind die Brennweiten der Linsenelemente 6, 7 so gewählt, dass die Laserstrahlung auf die zu beauftragende Oberfläche des Objektes 11 fokussiert wird.

25 Informationen zur Beauftragung des Objektes 11, wie beispielsweise Druckinformation oder Bearbeitungsinformationen können somit der Laserstrahlung bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2a und Fig. 2b durch das Modulatorenarray 12 aufmoduliert werden.

30 Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3a und Fig. 3b sind wiederum gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1a, 1b, 2a und 2b.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 3a, Fig. 3b und Fig. 3c weist ebenfalls ein Spiegelarray 8 auf, dass im Anschluss an das Array 3 im Strahlengang der Laserstrahlung 1 angeordnet ist. Von diesem Spiegelarray 8 wird die Laserstrahlung in die negative X-Richtung, das heißt nach unten in Fig. 3a um einen Winkel von  $90^\circ$  reflektiert. Die derart reflektierte Laserstrahlung trifft auf ein weiteres Spiegelarray 8', dass beispielsweise genau gleich aufgebaut ist wie das Spiegelarray 8. Das zweite Spiegelarray 8' ist um  $180^\circ$  gedreht parallel zu dem ersten Spiegelarray 8 angeordnet, so dass die auf das zweite Spiegelarray 8' auftreffende Laserstrahlung ebenfalls unter einem Winkel von  $90^\circ$  in positive Z-Richtung reflektiert wird.

Die von diesen zwei Spiegelarrays 8, 8' reflektierte Laserstrahlung kann entweder direkt auf das Objekt 11 auftreffen oder aber vorher noch durch ein weiteres Linsenarray zusätzlich fokussiert werden. In Fig. 3a und in Fig. 3c ist beispielsweise ein weiteres Array 15 eingezeichnet. Dieses Array 15 kann beispielsweise auf einem Substrat ausgeführt sein und auf der Eintrittsfläche Zylinderlinsen 16 aufweisen, deren Zylinderachsen in X-Richtung ausgerichtet sind, sowie auf der Austrittsseite Zylinderlinsen 17 aufweisen, deren Zylinderachsen in Y-Richtung ausgerichtet sind. Die von dem Array 15 ausgehenden Teilstrahlen 18, 19, 20 können aufgrund der Spiegelarrays 8, 8' unterschiedlich ausgebildet sein, insbesondere ist dabei der Teilstrahl 18 symmetrisch zur Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11, wohingegen beispielsweise die Teilstrahlen 19, 20 jeweils asymmetrisch zur Normalen der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 sind.

Die Gestaltung der Teilstrahlen 18, 19, 20 wird noch einmal besonders deutlich aus Fig. 4 und Fig. 5. Aus Fig. 4 ist die Auswirkung eines symmetrisch zur Normalen der zu

beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 ausgebildeten Teilstrahls 18 ersichtlich. Ein derartiger Teilstrahl 18 wird beispielsweise für den Fall, dass er zur Bearbeitung der Oberfläche, insbesondere zur Bohrung von Löchern vorgesehen ist, in das Objekt 11 ein konusförmiges Loch 21 einbringen, wobei bei zunehmender Tiefe des Loches der Durchmesser des Loches 21 abnimmt.

Dahingegen ist es möglich durch beispielsweise nacheinander erfolgendes Beaufschlagen des Objektes 11 mit Teilstrahlen 19, 20, die entgegengesetzt asymmetrisch zur Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 ausgerichtet sind, ein im Wesentlichen zylindrisches Loch 22 in das Objekt 11 einzubringen.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, derartig entgegengesetzt asymmetrische Teilstrahlen 19, 20 nacheinander, insbesondere mehrfach miteinander abwechselnd auf die zu bearbeitende Oberfläche des Objektes 11 auftreffen zu lassen. Die asymmetrischen Teilstrahlen 19, 20 entstehen dadurch, dass sie auf Grund leichten Verkippens der Spiegelelemente 9, 9' unter einem leicht von der Normalen abweichenden Winkel auf die zu beaufschlagende Oberfläche des Objektes 11 bzw. auf ein optional vorgeschaltetes Linsenarray auftreffen können. Dieser Vorgang ist in Fig. 3a nur schematisch angedeutet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zusätzlich mit einer adaptiven Abstandssteuerung versehen sein, die bei dem Schneiden eines Loches 21, 22 in das Objekt 11 den Abstand des Objektes 11 zu dem Array 3 bzw. dem Array 15 mit fortschreitendem Eindringen in das Material des Objektes 11 verändern, insbesondere verkürzen kann, so dass die Fokuspunkte immer exakt in Bearbeitungsbereich sind.



Es besteht wiederum bei der in Fig. 3a und Fig. 3b abgebildeten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung die Möglichkeit, dass das Array 3 die Laserstrahlung 1 derart fokussiert, dass der Strahlquerschnitt der einzelnen Teilstrahlen bei dem Auftreffen auf die Spiegelarrays 8, 8' entsprechend dem jeweiligen Füllfaktor von beispielsweise 50 % der Spiegelarrays 8, 8' ausgelegt ist, so dass bei der Reflektion an den Spiegelarrays 8, 8' keine oder nur unwesentliche Lichtintensität verloren geht.

Es besteht insbesondere bei sämtlichen vorgenannten Ausführungsformen die Möglichkeit, die zu beaufschlagende Oberfläche des Objektes 11 nicht kontinuierlich, sondern gepulst zu beaufschlagen. Ein Beispiel wurde im Zusammenhang mit Fig. 3a und Fig. 5 dargestellt, in dem nacheinander unterschiedlich asymmetrische Teilstrahlen 19, 20 auf ein Objekt 11 auftreffen, um ein zylindrisches Loch 22 zu formen. Angemerkt werden soll hierbei auch, dass die Fokuspunkte der Teilstrahlen 19, 20 an unterschiedlichen Orten auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 auftreffen. Es besteht somit durchaus auch die Möglichkeit, die nacheinander oder gleichzeitig auf bestimmte Bereiche der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 auftreffenden Teilstrahlen der Laserstrahlung 1 an voneinander verschiedenen Orten auftreffen zu lassen. Die gesamte in einem bestimmten Bereich der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes 11 auftreffende Lichtintensität ergibt sich somit durch eine räumliche und zeitliche Aufsummierung bzw. durch ein entsprechendes Integral über eine Fläche und die Zeit.

Eine derartige Aufsummierung über räumlich und zeitlich unterschiedliche Teilstrahlen oder Pulse von Teilstrahlen kann sowohl bei einer Laserbearbeitungsvorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als auch bei einer Druckvorrichtung mit einer

erfindungsgemäßen Vorrichtung sinnvoll sein. Die räumliche und zeitliche Steuerung der einzelnen Teilstrahlen kann dabei entweder durch das Spiegelarray 8, durch die Spiegelarray 8, 8' oder durch das Modulatorenarray 12 erfolgen.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann weiterhin Scannmittel umfassen, die ein Scannen des Objektes 11 gegenüber der Vorrichtung oder ein Scannen der Vorrichtung gegenüber dem Objekt 11 ermöglichen. Weiterhin können die gleichen oder andere

10

Scannmittel vorgesehen sein, die ein Bewegen des Arrays 3 von Linsenelementen 6, 7 gegenüber dem Objekt 11 oder gegenüber dem Spiegelarray 8, 8' bzw. dem Modulatorenarray 12 ermöglicht.

15

Insbesondere kann hierbei das Array 3 von Linsenelementen 6, 7 in einer Ebene X, Y senkrecht zur Ausbreitungsrichtung Z leicht verkippt sein, wobei auch die Scannrichtung, in der das Array 3 verschoben werden kann, in der X- Y-Ebene liegt, insbesondere beispielsweise der X-Richtung entspricht. Durch das leichte Verkippen beispielsweise bei schrittweisem Verschieben des Array 3 um jeweils einen Abstand zwischen einzelnen Linsenelementen 6, 7 können die nach dem

20

schrittweisen Verschieben zu der Fokussierung der Laserstrahlung 1 auf das Objekt 11 beitragenden Linsenelementes 6, 7 in Y-Richtung etwas gegenüber den Positionen verschoben sein, die sie vor diesem Verschiebeschritt eingenommen hatten. Auf diese Weise können sehr wenig voneinander beabstandete Punkte auf der zu beaufschlagenden

25

Oberfläche des Objektes 11 mit entsprechend fokussierten Teilstrahlen beaufschlagt werden. Dadurch ergibt sich eine höhere Auflösung der Bearbeitungsvorrichtung.

### Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Beaufschlagung eines Objektes mit Laserstrahlung umfassend

- eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserstrahlung (1);
- ein zweidimensionales Array von Beeinflussungselementen, die die von der Laserlichtquelle ausgehende Laserstrahlung (1) derart ablenken und/oder durchlassen können, dass vorgebbare Orte auf dem Objekt (11) mit Laserstrahlung (1) beaufschlagt werden;
- ein zweidimensionales Array (3) von Linsenelementen (6, 7), die die Laserstrahlung (1) oder Teile der Laserstrahlung (1) auf die zu beaufschlagende Oberfläche des Objektes (11) fokussieren können;

dadurch gekennzeichnet, dass das Array (3) von Linsenelementen (6, 7) zwischen der Laserlichtquelle und dem Array von Beeinflussungselementen angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Array von Beeinflussungselementen dem Array (3) von Linsenelementen entspricht, insbesondere dahingehend, dass im Wesentlichen jedem Beeinflussungselement ein Linsenelement zugeordnet ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennweiten der Linsenelemente (6, 7) derart gewählt sind, dass die durch die einzelnen Linsenelemente (6, 7) hindurchgetretenen Teilstrahlen der Laserstrahlung (1) im Wesentlichen auf die

Beeinflussungselemente und nicht auf gegebenenfalls zwischen den Beeinflussungselementen vorhandenen Zwischenraum des Arrays von Beeinflussungselementen auftreten.

5 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenelemente (6, 7) als zueinander gekreuzte Zylinderlinsenelemente oder zylinderlinsenähnliche Elemente ausgebildet sind.

10 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Laserlichtquelle und dem Array (3) von Linsenelementen (6, 7) eine Homogenisiereinheit (2) für die Homogenisierung der Laserstrahlung (1) angeordnet ist.

15 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Array von Beeinflussungselementen als Modulatorenarray (12) mit Modulatorelementen (13) ausgebildet ist.

20 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulatorelemente 13 als elektrooptische Modulatoren oder akustooptische Modulatoren ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Array von Beeinflussungselementen als Spiegelarray (8, 8') mit Spiegelementen (9, 9') ausgebildet ist.

25 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Spiegelarray (8, 8') als MEMS-Spiegelarray ausgeführt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Spiegelarray (8, 8') und dem Objekt (11) eine Lochmaske (10) angeordnet ist.
- 5 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Array von Beeinflussungselementen derart angesteuert werden kann, dass an den vorgebbaren zu beaufschlagenden Orten des Objektes (11) oder an unmittelbar zu diesen benachbarten Orten Teilstrahlen (19, 20) der Laserstrahlung (1) zeitlich zueinander beabstandet auftreten.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in einen vorgebbaren Bereich auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes (11) die gewünschte Laserleistung durch räumliche und/oder zeitliche Aufsummierung eingebracht werden kann.
- 15 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zwei Spiegelarrays (8, 8') mit Spiegelementen (9, 9') umfasst, die derart angeordnet sind, dass asymmetrisch zu der Normalen auf der zu beaufschlagenden Oberfläche des Objektes (11) auftreffende Teilstrahlen (19, 20) der Laserstrahlung (1) erzeugt werden können.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Scannmittel umfasst, die ein Scannen des Objektes (11) gegenüber der Vorrichtung oder ein Scannen der Vorrichtung gegenüber dem Objekt (11) ermöglichen.
- 25

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Scannmittel umfasst, die ein Scannen des Arrays (3) von Linsenelementen (6, 7) gegenüber dem Objekt (11) und/oder dem Array von Beeinflussungselementen ermöglichen.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Array (3) von Linsenelementen (6, 7) in einer Ebene (X, Y) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (Z) leicht gegen eine Scannrichtung (X), in der es verschiebbar ist, gekippt ist, wobei diese Scannrichtung (X) in einer Ebene (X, Y) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (Z) liegt.
17. Bearbeitungsvorrichtung für die Bearbeitung eines Objektes umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16.
18. Druckvorrichtung für das Drucken von Bildinformationen umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

### **Zusammenfassung (Fig. 1a)**

Vorrichtung zur Beaufschlagung eines Objektes mit Laserstrahlung umfassend eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserstrahlung (1), ein zweidimensionales Array von Beeinflussungselementen, die die von der Laserlichtquelle ausgehende Laserstrahlung (1) derart ablenken und/oder durchlassen können, dass vorgebbare Orte auf dem Objekt (11) mit Laserstrahlung (1) beaufschlagt werden, ein zweidimensionales Array (3) von Linsenelementen (6, 7), die die Laserstrahlung (1) oder Teile der Laserstrahlung (1) auf die zu beaufschlagende Oberfläche des Objektes (11) fokussieren können, wobei das Array (3) von Linsenelementen (6, 7) zwischen der Laserlichtquelle und dem Array von Beeinflussungselementen angeordnet ist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Bearbeitungsvorrichtung und eine Druckvorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 1a

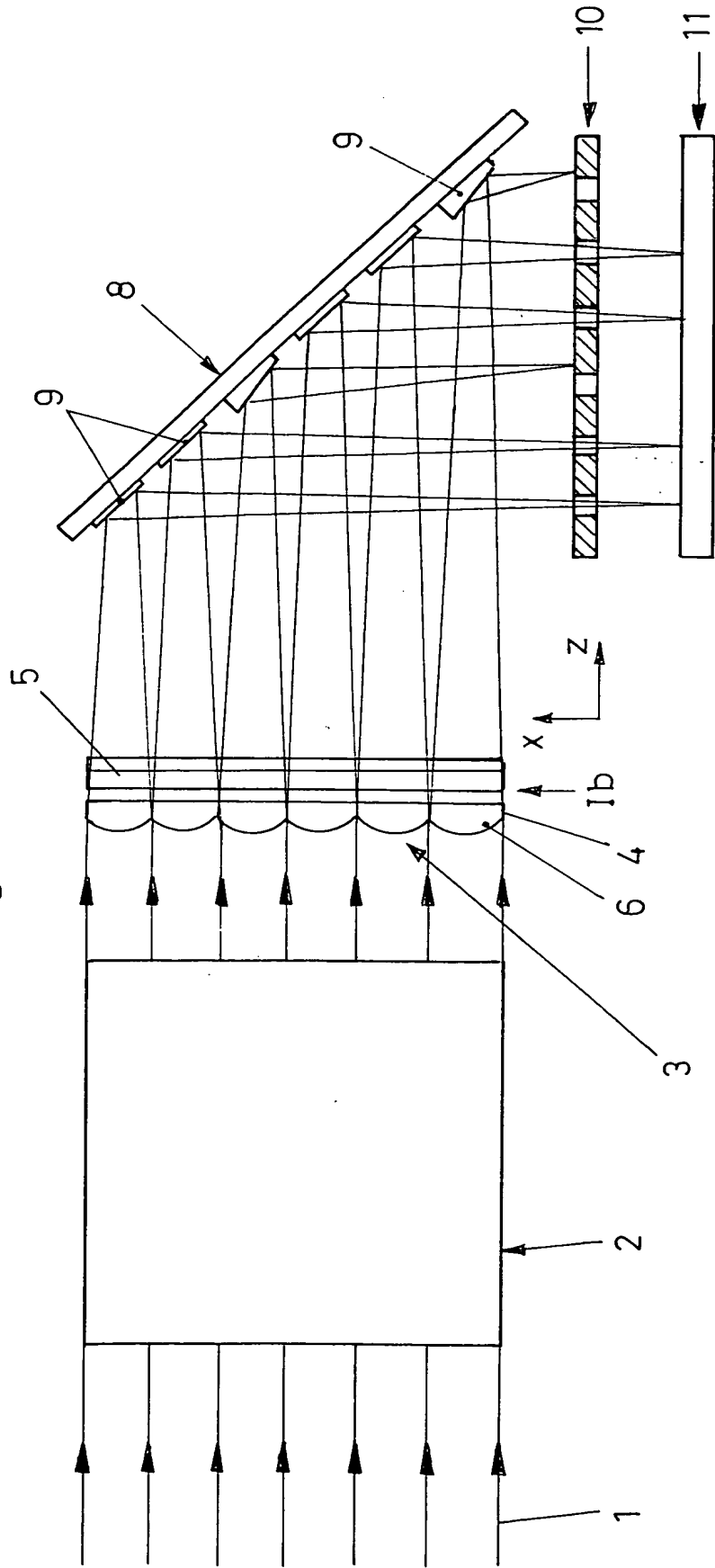




Fig. 1a

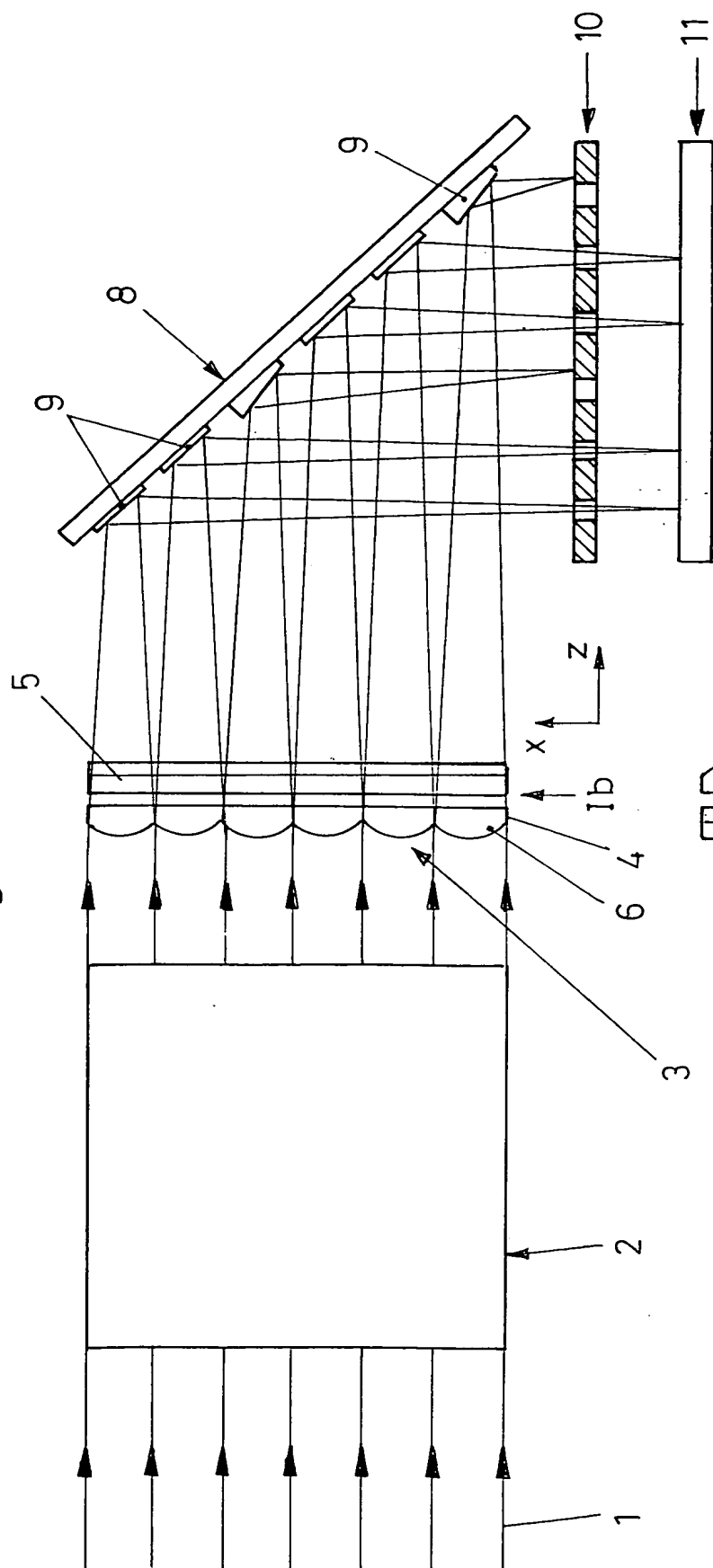


Fig. 1b

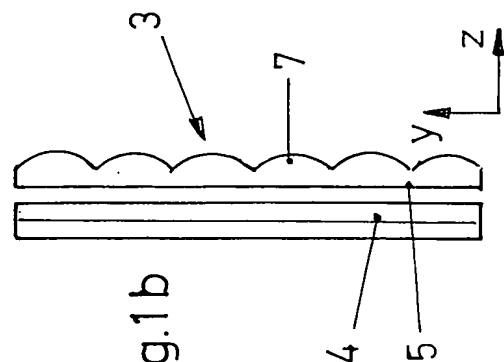


Fig. 2a

